

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ,
ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач випускової кафедри
_____ В.Ф. Фролов
«_____» _____ 2020 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 101 «ЕКОЛОГІЯ»
ОПП «ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА»

Тема: «Оцінка рівня забрудненості ґрунту нафтопродуктами з використанням біотестів»

Виконавець: Студента групи ЕК 401 Гречаний Данило Олександрович
(студент, група, прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник: канд.техн.наук, доцент кафедри екології Черняк Лариса Миколаївна
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Нормоконтролер:

(підпис)

Явнюк А. А.
(П.І.Б.)

КИЇВ 2020

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій

Кафедра екології

Спеціальність, освітньо-професійна програма: 101 «Екологія», ОПП «Екологія та охорона навколишнього середовища»

(шифр, найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Фролов В.Ф.

«_____» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи

Гречаний Данило Олександрович

1. Тема роботи «Оцінка рівня забрудненості ґрунту нафтопродуктами з використанням біотестів» затверджена наказом ректора від 27.04.2020 р. №527/ст.
2. Термін виконання роботи: з 28.05.2020 р. по 22.06.2020 р.
3. Вихідні дані роботи: літературні джерела, аналіз літературних даних та законодавчих документів, якісна характеристика ґрунту.
4. Зміст пояснювальної записки: вступ, аналіз сучасного стану проблеми впливу діяльності аеропортів на навколишнє середовище, джерела забруднення навколишнього середовища нафтопродуктами, особливості застосування методу біотестування, аналіз особливостей застосування методу біотестування, експериментальне дослідження біотестуванням перевищення рівня забруднення ґрунту нафтопродуктами
5. Перелік обов'язкового ілюстративного матеріалу: таблиці, рисунки.

6. Календарний план-графік

№ з/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1.	Аналіз літературних даних за темою дипломної роботи	14.05.2020-16.05. 2020	
2.	Аналіз сучасного стану проблеми впливу діяльності аеропортів на навколишнє середовище	17.05. 2020-22.05. 2020	
3.	Експериментальне дослідження методом біотестування штучно забруднених нафтопродуктами ґрунтів	23.05. 2020-25.05. 2020	
4.	Оформлення результатів експериментальної роботи	28.05. 2020-30.05. 2020	
5.	Написання висновків по роботі	04.06. 2020-07.06. 2020	
6.	Попередній захист роботи	12.06. 2020	
7.	Захист дипломної роботи	16.06. 2020	

7. Дата видачі завдання: «28» 05 2020 р.

Керівник дипломної роботи: _____
(підпис керівника)

Черняк Л.М.
(П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання: _____
(підпис випускника)

Гречаний Д.О.
(П.І.Б.)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Оцінка рівня забрудненості ґрунту нафтопродуктами з використанням біотестів»: 57 с., 24 рис., 1 табл., 33 літературних джерел.

Об'єкт дослідження: біотестування штучно забруднених нафтопродуктами ґрунтів.

Предмет дослідження: штучно забруднені нафтопродуктами ґрунти.

Мета роботи: оцінка рівня забрудненості ґрунту нафтопродуктами з використанням біотестів.

Методи дослідження: монографічний та експериментальний методи визначення фітотоксичності ґрунтів.

Результати дипломної роботи рекомендується використовувати під час проведення наукових досліджень та в практичній діяльності фахівців-екологів.

НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ, ҐРУНТИ, БІОТЕСТУВАННЯ, НАФТОПРОУКТИ, ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ.....	7
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПРОБЛЕМИ ВПЛИВУ	
ДІЯЛЬНОСТІ АЕРОПОРТІВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ.....	10
1.1. Вплив на атмосферу.....	11
1.2. Вплив на ґрунти	14
1.3. Вплив на водні ресурси	15
1.4. Вплив на середовища існування, флору, фауну, природоохоронні території та ландшафти.....	17
1.5. Вплив на здоров'я та безпеку людини.....	18
1.6. Висновки до розділу.....	20
РОЗДІЛ 2. ДЖЕРЕЛА ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	
НАФТОПРОДУКТАМИ	21
2.1 Основні джерела хімічного забруднення ґрунтів в аеропортах та прилеглих до них територій	22
2.2. Вплив нафтопродуктів на об'єкти довкілля.....	24
2.3 Вплив нафтопродуктів на живі організми	26
2.4 Вплив нафтових вуглеводнів на організм людини	27
2.5 Допустимий вміст нафти в ґрунті	28
2.6 Висновки до розділу.....	29
РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ БІОТЕСТУВАННЯ.....	30
3.1 Особливості застосування методу біотестування для оцінки токсичності об'єктів.....	30
3.2 Аналіз видів біотестів, що використовуються для забруднення ґрунту нафтопродуктами.....	31
3.3. Переваги рослинних біотестів.....	33
3.4. Висновки до розділу.....	38

РОЗДІЛ 4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ БІОТЕСТУВАННЯМ	
ПЕРЕВИЩЕННЯ РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТУ НАФТОПРОДУКТАМИ.	39
4.1. Опис процесу дослідження та результати спостережень.....	39
4.2. Висновки до розділу.....	52
ВИСНОВКИ.....	53
СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ....	55

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

НС – навколишнє середовище;

ЦА – цивільна авіація;

НПС – навколишнє природне середовище;

ІКАО – Міжнародна організація цивільної авіації;

ПК – повітряний корабель;

ЕАД – Емісія атомних двигунів.

ВСТУП

Актуальність теми. Наш час характеризується безпрецедентним масштабом перевезень-як вантажних, так і пасажирських. Значна їх частина є безпосередньою складовою виробничого процесу – промислового та сільськогосподарського. Екстремальна мобільність також властива людям: швидкість і вантажопідйомність літаків збільшуються. Відповідно, збільшується і масштаб шкоди, який вони завдають природі. Один з екологічних законів Б. Коммонера говорить [1-27]: за все потрібно платити. А за зростання вантажоперевезень, швидкість і комфорт люди платять своїм здоров'ям. Так, тільки один сучасний реактивний пасажирський літак і під час восьмигодинного перельоту з Європи в Америку «з'їдає» від 50 до 75 тонн кисню, викидаючи в атмосферу десятки тонн вуглекислого газу, оксидів азоту та інших шкідливих сполук.

Ерозія та забруднення ґрунтів територій поблизу аеродромів відбувається за рахунок затоплення стічними водами зі штучних покриттів та водонепроникних ґрунтів. На деяких аеродромах при недбалому зберіганні і втраті паливно-мастильних матеріалів концентрація нафтопродуктів в цих водах досягає 12 мл / л при нормі 0,05 мл / л, тобто перевищує 240 разів [5,8,9]. На таких землях рослини гинуть, а навколо нього втрачається до 30 відсотків врожаю, зібраного навіть з менш забруднених ділянок. Ще більш небезпечна підземна втрата палива. Це може привести до забруднення ґрунтових вод і нестачі питної води на прилеглий території. Крім того, коли паливо відкачується з трубопровідної системи, вода всмоктується в тому місці, де порушується герметичність. В результаті виникає неякісне паливо, і заправка літака їм має передумови для льотних пригод.

До недавнього часу питання про вплив авіації на навколишнє середовище і здоров'я людини посідало незначне місце в загальних дискусіях з питань охорони навколишнього середовища. Однак усвідомлення громадськістю важливості екологічних проблем і заклопотаність з приводу шляхів їх вирішення призвели до прийняття багатьма урядами відповідних політичних заходів, спрямованих на зниження впливу авіації на природу. Тому екологічні проблеми в процесах

повітряного транспорту останнім часом привертають набагато більше уваги, ніж раніше. У наявності явне прагнення зберегти і поліпшити досягнуті досі рівні якості навколишнього середовища.

Мета і завдання виконання дипломної роботи. Метою дипломної роботи є оцінка рівня забрудненості ґрунту нафтопродуктами з використанням біотестів. Завдання роботи:

1. Провести аналіз сучасного стану проблеми впливу діяльності аеропортів на навколишнє середовище;
2. Дослідити джерела забруднення навколишнього середовища нафтопродуктами в аеропортах та на прилеглих до них територіях;
3. Проаналізувати особливості застосування методу біотестування;
4. Провести експериментальне дослідження біотестуванням перевищення рівня забруднення ґрунту нафтопродуктами.

Об'єкт дослідження. біотестування штучно забруднених нафтопродуктами ґрунтів.

Предмет дослідження. Штучно забруднені нафтопродуктами ґрунти.

Методи дослідження. Монографічний та експериментальний методи визначення фітотоксичності ґрунтів.

Результати дипломної роботи рекомендується використовувати під час проведення наукових досліджень та в практичній діяльності фахівців-екологів.

Особистий внесок випускника. Аналіз літературних джерел за темою дипломної роботи. Експериментальне дослідження фітотоксичності ґрунтів, штучно забруднених нафтопродуктами. Проведення аналітичної обробки результатів та їх аналіз.

Апробація отриманих результатів. Результати дипломної роботи доповідалися на:

– XIV Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих учених і студентів «Екологічна безпека держави» (м. Київ, 23 квітня 2020 р.)

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПРОБЛЕМИ ВПЛИВУ ДІЯЛЬНОСТІ АЕРОПОРТІВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Аеропорти є важливою складовою авіатранспортної інфраструктури та транспортної системи України, оскільки їх діяльність спрямована на прийом і відправку повітряних суден, пасажирів, багажу, пошти та вантажів, обслуговування рейсів повітряних суден та екіпажів. Для реалізації цих завдань кожен аеропорт зазвичай має аеродром, термінал, інші наземні об'єкти, необхідну структуру, обладнання, авіаційний та інший персонал. Так, за даними Державної авіаційної служби України, станом на червень 2016 року в нашій країні налічується 23 аеропорти і 35 аеродромів [10], що в першому кварталі 2016 року забезпечило збільшення пасажиропотоку, в порівнянні з аналогічним періодом минулого року, на 9 відсотків, що становить 2186,7 тис. осіб і 18,9 відсотків поштових перевезень, що становить 8,8 тис. тонн [26].

Забезпечення функціонування сучасних аеропортів супроводжується забрудненням повітря, ґрунту та води. Також специфіка впливу повітряного транспорту проявляється в значному фізичному впливі, а саме у впливі шуму. Викиди вихлопних газів від авіаційних двигунів і стаціонарних джерел є важливим аспектом впливу авіаційного транспорту на навколишнє середовище. Також авіаційний транспорт має ряд відмінностей у порівнянні з іншими видами транспорту: використання авіаційних двигунів визначає інший, досить складний характер процесів і структуру викидів вихлопних газів, порівняно з наземними транспортними засобами; використання авіаційного палива призводить до зміни хімічних компонентів забруднюючих речовин; політ повітряних суден на значній висоті призводить до розсіювання продуктів згоряння у верхніх шарах атмосфери і над досить великими територіями, що знижує ступінь їх впливу на живі організми.

Літаки забруднюють поверхневі шари атмосфери вихлопними газами від авіаційних двигунів поблизу аеродромів і верхні шари атмосфери на крейсерських

висотах. Тому сьогодні одним з найважливіших напрямків розвитку цивільної авіації є підвищення безпеки, ефективності та екологічності повітряного транспорту. Давайте докладніше розглянемо вплив діяльності аеропортів на навколишнє середовище [24].

1.1. Вплив на атмосферу

Відомо, що Україні існує гостра проблема забруднення атмосфери від пересувних джерел (табл. 1.1 та рис. 1.1), що зумовлює необхідність організації ефективного контролю за дією підприємств усіх галузей і сфер діяльності та розробки ефективних заходів зі зниження їх негативного впливу на довкілля.

Таблиця 1.1

Викиди забруднюючих речовин у
атмосферне повітря України за 2014-2018 рр., тис. т/рік

Види речовин	2014	2015	2016	2017	2018
Діоксид сірки (SO ₂)	1160,6	854,0	1076,4	726,2	698,1
Діоксид сірки (SO ₂) у стаціонарних джерелах	1133,3	830,3	1076,4	726,2	698,1
Діоксид сірки (SO ₂) у пересувних джерелах	27,3	23,7	-	-	-
Оксиди азоту (NO ₂)	541,4	453,0	240,2	215,5	215,3
Оксиди азоту (NO ₂) у стаціонарних джерелах	288,1	233,8	240,2	215,5	215,3
Оксиди азоту (NO ₂) у пересувних джерелах	253,3	219,2	-	-	-
Оксид вуглецю (CO)	2283,4	1971,9	802,8	728,4	744,3
Оксид вуглецю (CO) у стаціонарних джерелах	828,4	764,1	802,8	728,4	744,3

Зокрема, це стосується і авіаційної галузі. Пересувні джерела викидів в атмосферу на території України (автомобільний, залізничний, водний, авіаційний транспорт) мають значний негативний вплив на довкілля, зокрема вважається [12,19], що «на частку авіації припадає близько 2 відсотки від усіх викидів CO₂, з якими пов'язують проблеми глобального потепління».

За даними Державної служби статистики України в 2015 р. викиди забруднюючих речовин в атмосферу від стаціонарних та пересувних джерел склали 4521,3 тис. т., тоді як в 2017 р. лише від стаціонарних – 2584,9 тис. т.

За 2017 р. в атмосферу викинуто 124217,9 тис. т. діоксиду вуглецю, що впливають на зміну клімату – на 17,5 відсотки нижче аналогічного показника 2016 р. При цьому з 2008 р. в Україні спостерігається чітка тенденція скорочення викидів забруднюючих речовин та діоксиду вуглецю в атмосферне повітря, зокрема пересувними джерелами.

Регіонами-лідерами за викидами забруднюючих речовин та парникових газів у атмосферу від пересувних джерел забруднення у 2015 році були: Дніпропетровська (9,2 відсотки загального обсягу), м. Київ (8,7 відсотка) та Київська область (7,5 відсотка). Зазначені регіони також є лідерами за обсягами викидів метану та діоксиду вуглецю (рис. 1.1).

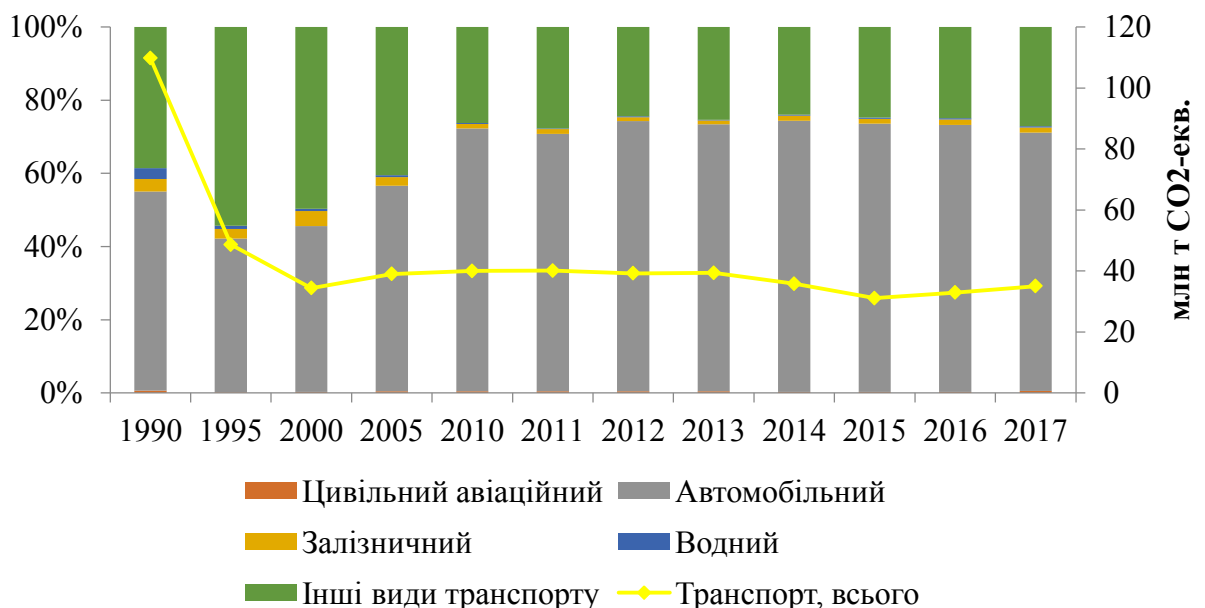


Рис. 1.1. Графік викидів CO₂ транспортом в період з 1990-2017 р.

Вплив повітряних суден на атмосферу визначається рівнем її забруднення в результаті викиду шкідливих речовин з вихлопних газів авіаційних двигунів.

Відомо, що гази, що утворюються в результаті роботи авіаційних двигунів, складають 87 відсотків всіх викидів цивільної авіації, до яких також відносяться викиди від спеціальних транспортних засобів і стаціонарних джерел. Наприклад, літак типу Boeing спалює 16 тонн палива за одну годину польоту, а на зліт витрачає 7,8 тонн. Повітряний транспорт споживає близько 14 відсотків світового виробництва палива. Особливу небезпеку становить потрапляння продуктів горіння у верхні шари атмосфери. Завдяки літакам в зону дії озонового екрану щорічно потрапляє 180 тис. осіб. тонн діоксиду сірки, більше 1,5 млн тонн оксидів азоту, що викликає прискорене руйнування озонового екрану.

Для збереження озонового шару землі пропонуються як пасивні методи, тобто скорочення викидів фреону і їх заміна, так і активні. Активні методи включають хімічний і фізичний вплив на стратосферу. Хімічна дія полягає у використанні етану і пропану в місцях утворення «озонових дірок», які при взаємодії з оксидами хлору (активним хлором) будуть зв'язувати його з низькоактивним хлористим воднем.

Фізичний ефект полягає в ініціюванні утворення озону в стратосфері шляхом впливу на нього високоенергетичного випромінювання (лазерного, іонізуючого та ін.). Такий вплив на стратосферу сприяє фотодисоціації молекул кисню з утворенням атомарного кисню, що є передумовою для утворення озону. Ці заходи можуть зменшити руйнування озонового шару Землі, а іноді і сприяти збільшенню концентрації стратосферного озону, що допоможе зберегти озоновий екран в майбутньому.

Вплив аеропортів на якість повітря в населених пунктах, розташованих поблизу аеропортів, зазвичай залежить від масштабу операцій в аеропорту, відстані населених пунктів від аеропорту і типу повітряних суден. Як правило, найбільші викиди забруднюючих речовин відбуваються у вигляді продуктів згоряння палива при експлуатації повітряних суден. Основними джерелами викидів аеропорту є наступні:

- гази, що утворюються при спалюванні палива, необхідного для роботи

наземного обладнання, допоміжних і обслуговуючих повітряних суден на землі;

- гази, що утворюються при спалюванні палива в авіаційних двигунах;
- гази, що виділяються в атмосферу при заправці паливом;
- викиди від транспортних засобів, що використовуються для перевезення пасажирів, співробітників і відвідувачів аеропорту;
- викиди з димоходу центральної котельні;
- викиди від спалювання палива транспортними засобами на дорогах у прилеглих районах, певна частка яких пов'язана з експлуатацією аеропорту.

Хімічні сполуки, які є невід'ємною частиною викидів повітряних суден, зазвичай поділяються на ті, які безпосередньо впливають на клімат, такі як CO₂, і ті, які діють побічно через хімічні реакції, такі як NO_x, який впливає на баланс озону та інших газів (таких як метан) в атмосфері. Прогрес в області авіадвиганобудування дозволив знизити кількість забруднюючих речовин, що викидаються при експлуатації авіадвигунів, тому ІКАО, перш за все через САЕП, наполягає на політиці подальшого скорочення і обмеження викидів від авіадвигунів, що впливають на навколишнє середовище.

Так, якщо розширення і благоустрій аеропортів супроводжується значним збільшенням повітряного руху (що досить ймовірно), то негативні наслідки для якості повітря очікуються і в прилеглих районах. Позитивний вплив очікується в результаті реалізації комплексної екологічної політики на транспорті (боротьба із забрудненням повітря і шумом на транспорті та впровадження міжнародних і європейських стандартів і планів, таких як ІКАО / САЕП, однією з основних цілей якої є скорочення транспортних викидів).

1.2. Вплив діяльності аеропортів на ґрунт

Перед основними шляхами забруднення ґрунтів, в результаті процесів повітряного транспорту, вчені виділяють змив у ґрунтовий покрив хімічних речовин, які використовуються для обслуговування аеропортів і обладнання, осідання викидів в атмосферу в результаті роботи повітряних суден і спеціальних транспортних

засобів, розливи палива [3,8]. Крім того, опади, дощові і талі потоки води поглинають частину шкідливих викидів автомобільного і повітряного транспорту, які осідають в аеропорту.

У придорожній зоні, коли літак злітає, приблизно 50 відсотків викидів у вигляді мікрочастинок відразу ж розсіюються на прилеглі до аеропорту території. Накопичення забруднюючих речовин у пришляхівській смузі призводить до забруднення екосистем і робить ґрунти на прилеглих територіях непридатними для сільськогосподарського використання. Таким чином, авіація є джерелом досить широкого спектру факторів, що чинять негативний вплив на навколишнє середовище [1,13]. У зв'язку з цим видається своєчасним та актуальним провести аналіз нормативно-правової бази та практичних природоохоронних заходів щодо захисту природних об'єктів, зокрема водних та ґрунтових, від аеровокзального стоку.

Закон України «Про транспорт» від 10.11.1994 р. № 232/94-ВР зі змінами зобов'язує транспортні підприємства, у тому числі аеропорти, раціонально використовувати надані їм земельні ділянки, запобігати заболочуванню, погіршенню якості земель та забрудненню промисловими та іншими відходами, неочищеними стічними водами, вживати заходів щодо захисту ґрунтів від ерозії, а також дотримуватися інших вимог щодо охорони земель.

Що стосується вирішення проблеми забруднення ґрунтів у районах поблизу аеропортів, то пропонується:

- здійснювати постійний моніторинг ґрунтового покриву в межах аеропорту;
- брати його проби з поверхневого шару і з глибини 20 см на відстані 20, 100, 250, 500, 1000 м від авіаційного підприємства;
- контролювати його якісні показники.

1.3. Вплив на водні ресурси

У цивільній авіації найбільш інтенсивними джерелами забруднення природних вод є авіаремонтні заводи і аеропорти зі спеціальними транспортними засобами. Стічні води авіаремонтних заводів і аеропортів складаються з промислових і

побутових стічних вод і поверхневого стоку.

Кількість стічних вод і їх склад змінюються протягом дня, тижня або місяця. Ряд виробничих процесів характеризується багаторазовим скиданням висококонцентрованих стічних вод. Найбільшу небезпеку для водних об'єктів представляє стік з території аеропорту: ангарні та оздоблювальні майданчики, склади паливно-мастильних матеріалів, майданчики для промивання.

Поверхневий стік з територій транспортних підприємств містить рідкі нафтопродукти, залишки миючих, дезінфікуючих засобів, протизадирні і протиожеледні реагенти, формувальні суміші, розчини, використовувані в металообробці, відпрацьовані акумуляторні електроліти, продукти руйнування штучних покриттів і зносу шин.

Атмосферні опади, дощові і талі потоки також поглинають частину димових газів котлів, шкідливих викидів автомобільного і повітряного транспорту, які осідають на аеродромі.

Поблизу аеропортів підземні води забруднюються нафтопродуктами, в основному через витік рідкого палива при заправці літаків, а також через технічні помилки при його транспортуванні і зберіганні. При зльоті і посадці в атмосферу викидається певна кількість рідких і газоподібних продуктів згоряння палива, які осідають поблизу злітно-посадкової смуги і накопичуються в ґрунті [7].

Нафтові вуглеводні мають здатність проникати на значну глибину. Так, у тріщинуватих породах авіаційний гас проникає на глибину понад 700 м за 5 місяців. Найбільш ефективним методом захисту підземних вод від нафтового забруднення є вжиття запобіжних заходів, у тому числі буріння свердловин для контролю якості води.

Під час надзвичайних ситуацій розлиті нафтопродукти і забруднений ґрунт видаляються з поверхні Землі. Коли нафтопродукти потрапляють у водоносні горизонти, забруднена вода зазвичай відкачується і потім очищається через відповідні фільтри.

Актуальною екологічною проблемою залишається організація дренажу, скидання і нейтралізації поверхневого стоку (забруднених дощових вод, талих вод) з

штучних поверхонь аеродромів. Ґрунт навколо аеропортів забруднена солями важких металів і органічними сполуками в радіусі 2-2,5 км в осінньо-зимовий і весняний періоди проводиться антиожеледнаобробка повітряних суден і видалення снігових і крижаних відкладень зі штучної поверхні аеродромів. У цьому випадку використовуються активні антиожеледні реагенти реагенти, що містять сечовину, аміачну селітру, поверхнево-активні речовини, які також потрапляють в ґрунт. Аеродромні дренажні системи являють собою складні інженерні споруди, надійність яких залежить від тривалої експлуатації аеродромних споруд, перш за все штучних поверхонь, а також від безпеки виконання злітно-посадкових операцій.

Дренажна система будь-якого сучасного аеропорту складається з двох компонентів-дренажної системи, призначеної для збору і відведення поверхневих вод, що утворюються в періоди випадання опадів, і дренажної системи, призначеної для перехоплення і відведення ґрунтових вод, що надходять в основу штучних покриттів. Обидві системи взаємопов'язані і працюють разом [15]. Можна зменшити кількість шкідливого стоку з аеропортів, використовуючи сучасні, ефективні хімічні засоби для очищення поверхні аеродромів. Цей інструмент був розроблений фінською компанією Kemira, яка представила свій продукт-рідкий реагент Clearway F і гранульований Clearway SF. Ці екологічно чисті «деаїсери» використовуються для очищення злітно-посадкових смуг в аеропортах Франкфурта, Мюнхена, Берліна, Гельсінкі, Копенгагена, Лейпцига, Праги, Мадрида, Риги, Швеції, Японії та ін. Забруднення води в Центральній Азії відбувається не тільки через ґрунт і стік забруднених ґрунтових вод, але і безпосередньо за допомогою гідроавіаційних літаків. Крім того, заводи, що будують літаки і аеропорти в цілому споживають значну кількість води, що вимагає дорогих очисних споруд.

1.4. Вплив на середовища існування, флору, фауну, природоохоронні території та ландшафти

Відомо, що птахи є серйозною загрозою для безпеки польотів повітряних суден, оскільки їхні удари стали частішими та серйознішими. Зіткнення з птахами

мають менш серйозні наслідки щодо літаків із поршневим двигуном і незначні – щодо невеликих літаків. Птахи зтягаються реактивним двигуном і ударяються об крило в основному при посадці, але таке можливо й під час зльоту, що може призвести до різкого переривання зльоту, гальмування і ковзання по злітно-посадковій смузі. Зіткнення літаків з птахами відбуваються в усьому світі. Більшість видів птахів активні вдень, деякі – на світанку, в сутінках або, навіть, уночі. В більшості випадків зіткнення відбуваються на малих висотах.

1.5. Вплив на здоров'я та безпеку людини

На етапі експлуатації аеропорту негативний вплив на здоров'я людини є не тільки на території аеропорту, але і на прилеглих територіях. А саме, можливі наслідки, обумовлені хімічним і фізичним забрудненням. До основних забруднювачів повітря відносяться наступні компоненти вихлопних газів від літаків і наземного обладнання:

- чадний газ (II) CO – безбарвний і не має запаху і є одним з найбільших забруднювачів повітря. Вона утворюється при неповному згорянні палива. При концентрації в повітрі більше 1 відсоток він негативно впливає на рослини, тварин і людей, більше 4 відсотки – викликає загибель організмів. Токсичність чадного газу полягає в його здатності перешкоджати тому, щоб еритроцити містили кисень, в результаті чого організм відчуває нестачу кисню, що може привести до смерті;

- оксиди азоту (N_2O , NO, NO_2 , N_2O_5 , N_2O_3 ,) в 10 разів небезпечніше для людини, ніж CO. Вони утворюються в результаті недосконалої технології спалювання палива. Вони також викликають утворення кислотних дощів. З'єднуючись з водою в дихальних шляхах, вони утворюють азотну кислоту, яка викликає сильне подразнення слизових оболонок і важкі захворювання. Вони також поглинаються листям рослин, які потім втрачають свої поживні якості і хворіють;

- сірчисті ангідриди SO_3 та SO_2 , виділяються в основному при спалюванні дизельного палива. При високих концентраціях в рослинах хлорофіл зникає, клітини гинуть і відбувається відмирання тканин. У разі інтенсивного впливу сірчистих

ангідридів може спостерігатися майже повний некроз гілок хвойних дерев, їх повне опадання. Оксид сірки (IV) і подібні до нього сполуки є подразниками слизових оболонок очей і дихальних шляхів. Тривала дія цього газу призводить до виникнення хронічного гастриту, гупатопатії, бронхіту, ларингіту та інших захворювань. Існує також зв'язок між вмістом сірчистого газу в повітрі і рівнем смертності від раку легенів.

Шумове забруднення з боку авіації став особливо гострим з появою великогабаритних літаків, оснащених потужними двигунами. Відомо, що реактивний двигун сучасного літака може створювати рівень шуму 130 дБА, при зльоті на форсажі потужність звуку може досягати 150 дБ, тоді як хронічне вплив шуму вже на 90 дБ впливає на слух.

Шум розуміється як всі неприємні або небажані звуки або їх поєднання, які заважають нормальній роботі, відпочинку і т.д. і призводять до різних порушень екосистем. Шум негативно впливає на здоров'я людей, знижує їх працездатність, а також призводить до захворювань серцево-судинної системи, нервової та ендокринної систем, органів слуху. Джерелами шуму є в основному транспортні засоби: поїзди, автомобілі, літаки тощо. Для того щоб уникнути шкідливого впливу шуму на здоров'я людей, необхідно створювати шумові екрани, висаджувати зелені рослини і різні пристосування. Ще один спосіб зменшити шум – це використовувати безшумні механізми.

Систематичний шум, навіть в половині допустимої кількості, викликає безсоння, робить шкідливий вплив на кровообіг, стимулює розвиток ряду професійних захворювань в авіації, а також викликає помилкові дії льотного складу в польоті, які обумовлені психологічною нестійкістю, підвищеною стомлюваністю і хворобами.

Вібрації виникають в результаті діяльності залізничного, автомобільного, авіаційного транспорту, при будівництві шляхів сполучення і т.д. тривалі вібрації призводять до сильного стомлення і значних порушень багатьох функцій організму-струсу мозку, деформації м'язів, порушення роботи нервової і серцево-судинної систем, кровообігу і так далі.

1.6. Висновки до розділу

Використання новітніх досягнень у сфері авіації для підвищення екологічної ефективності літаків та зниження негативного впливу на навколишнє середовище може здійснюватися у наступних основних напрямках: автоматизація процесу зльоту та набору висоти ПС, забезпечення високоточної навігації, оптимізація режимів польоту літака, що в свою чергу дозволить знизити негативний вплив авіаційного шуму на навколишнє середовище та здоров'я людей.

РОЗДІЛ 2

ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НАФТОПРОДУКТАМИ В АЕРОПОРТАХ ТА НА ПРИЛЕГЛИХ ДО НИХ ТЕРИТОРІЯХ

Функціонування аеропортів передбачає такі види господарської і техногенної діяльності (експлуатація повітряних суден і наземної техніки, що супроводжується вихлопами газів і продуктів згорання авіаційного палива, їх осідання на ґрунт і виробничу поверхню; утримання у належному стані навігаційних споруд, авіаційно-технічних баз, підсобних приміщень; миття та обробка літаків (рис 2.1), злітних смуг антижеледними засобами; гігієнічне обслуговування потреб пасажирів згідно з санітарними вимогами та ін.), котрі спричиняють забруднення землі та води стоками з різними механічними, фізичними і хімічними домішками (осад, стружка, бруд, пісок, нафтопродукти, бензол, свинець та ін.), негативно впливають на окремі природні об'єкти, екологічну систему в цілому, ставлять під загрозу здоров'я людей.



Рис 2.1. Антижеледна обробка літака

2.1. Основні джерела хімічного забруднення ґрунтів в аеропортах та прилеглих до них територій

Забруднення нафтопродуктами та нафтою довкілля є одним з загрозливих і глобальних видів впливу на навколишнє середовище. Транспорт, промисловість, військовий комплекс – всі ланки економічної інфраструктури зіштовхуються з проблемою забруднення навколишнього середовища нафтопродуктами в процесі виробництва й при аварійних ситуаціях.

Підхід до ліквідації та забруднення нафтопродуктами полягає тільки в переміщенні проблем з одного місця на інше. Тому що засоби, що на сьогодні використовуються, хоча і дозволяють ліквідувати забруднення навколишнього середовища, вимагають переробки або утилізації відходів, забруднених нафтопродуктами, створюючи тим самим екологічні проблеми на іншій території, не вирішуючи їх докорінно.

Нинішні масштаби економічного розвитку і пов'язане з ними зростання забруднення навколишнього середовища загрожують екологічному балансу і здоров'ю народів. Це вимагає пошуку нових засобів боротьби із забрудненням навколишнього середовища, що дозволяють повністю усунути забруднення, без необхідності його видалення, переробки, знешкодження або утилізації відходів, а також відновити і стимулювати процеси самовідновлення природних екосистем.

Найбільш інтенсивне забруднення навколишнього середовища хімічними забрудненнями в результаті авіаційних транспортних процесів відбувається на території аеропортів. У той же час швидкість поширення нафтопродуктів на території аеропорту і за його межами багато в чому залежить від метеорологічних умов. Найбільш чітко простежується вплив напрямку і швидкості вітру, нижчого ступеня температури, вологості і сонячної радіації на характер забруднення [9].

Основними джерелами хімічного забруднення ґрунту в аеропортах є авіаційні технічні бази, літаки, наземна спецтехніка, авіаремонтні майстерні, засоби управління повітряним рухом, склади паливно-мастильних матеріалів, а також

авіаційно-хімічні комбінати.

Ґрунти, поверхневі водойми та ґрунтові води забруднені промисловим стоком та стоком від дощів, танення снігу та зрошення із забруднених районів аеропорту. Поверхневий стік з аеропорту, в першу чергу зі злітно-посадкової смуги, руліжних доріжок і стоянок, забруднений нафтопродуктами і хімічними реагентами, які утворюються при роботі двигуна.

В результаті осідання твердих і парових частинок з атмосферного повітря, скидів технологічних стічних вод, використання технічних рідин для миття літаків і обробки злітно-посадкової смуги, витоків палива та інших причин певна кількість речовин потрапляє в ґрунт, осідає в ній і поширюється на великі відстані разом з поверхневими і ґрунтовими водами. При цьому неминуче порушується природний склад ґрунтів, забруднюються ґрунтові води і відкриті водойми [1,8].

Нафтове забруднення ґрунту на прилеглих до аеропорту територіях відбувається внаслідок аварійних і технологічних розливів на поверхні Землі, а також попадання в ґрунт неочищених або недочищених нафтовмісних стічних вод. При зльоті і посадці в атмосферу викидаються рідкі і газоподібні продукти згоряння палива, які осідають поблизу посадкової смуги і накопичуються в ґрунті. Якщо нафтові вуглеводні потрапляють в ґрунт, то відбувається інтенсивна трансформація морфологічних і фізіологічних властивостей ґрунту [1].

Глибина проникнення вуглеводнів залежить від тривалості забруднення, складу і концентрації нафтових компонентів, а також від ландшафтно-специфічних особливостей території. Наслідки забруднення ґрунту проявляються в зсуві реакції ґрунтового розчину в лужну сторону, збільшенні загального вмісту вуглецю в ґрунті в 2-10 разів, а кількості вуглеводнів в 10-100 разів.

Поблизу аеропортів підземні води забруднюються нафтопродуктами, в основному через втрату рідкого палива при заправці літаків, а також через технічні помилки при його транспортуванні і зберіганні. Покриття аеропорту накопичують суміші, що складаються з пилу, продуктів згоряння палива, частинок шин, які стираються, і інших матеріалів. Разом з дощовими потоками все це потрапляє у водойми.

2.2. Вплив нафтопродуктів на об'єкти довкілля

Нафтове забруднення-один з найнебезпечніших видів забруднення навколишнього середовища. Його негативний вплив на ґрунтово-рослинний покрив, атмосферне повітря, поверхневі і підземні води, а також здоров'я людини на всіх етапах промислового освоєння нафтових родовищ: буріння, переробка, зберігання, транспортування та утилізація обладнання. Найбільше страждають водні та наземні екосистеми. Серед компонентів наземних екосистем нафта в першу чергу забруднює ґрунт. Завдяки своїй високій адсорбційній здатності нафта і нафтопродукти зберігаються в ньому тривалий час, викликаючи як деградацію земель, так і створюючи небезпеку проникнення забруднюючих речовин в поживні ланцюги, однією з ланок яких є людина. Природна самоочищення ґрунту - це тривалий і складний процес, який не завжди призводить до повного відновлення ґрунтової екосистеми. При забрудненні нафтопродуктами порушуються структурно-функціональні характеристики ґрунтової екосистеми, знижується продуктивність земель, змінюються морфологічні характеристики, фізико-хімічні та біологічні властивості ґрунтів [28].

За рахунок проникнення нафти в гумусовий горизонт ґрунтова маса склеюється. В результаті засмічення капілярів ґрунту нафтою порушується аерація і окислювально-відновний потенціал, створюються анаеробні умови. В результаті ґрунт втрачає свою родючість, стає гідрофобним, посилюється ерозія, вивітрювання тощо.

В результаті нафтового забруднення змінюється кількість і співвідношення макро- і мікроелементів. Зокрема, співвідношення між вуглецем і азотом різко зростає за рахунок вуглецю нафти, що погіршує азотний режим ґрунтів [29]. Крім того, масло робить негативний вплив на бактерії, що беруть участь в азотному циклі [30].

Сорбція нафти на частинках ґрунту перешкоджає міграції рухомих форм поживних речовин: азоту, фосфору і калію в розчини, що знижує доступність

елементів мінерального живлення для рослин.

У ґрунтах нафтових родовищ спостерігається збільшення концентрації важких металів. Зокрема, дослідники вказують на надлишковий фоновий вміст As, Pb, Cu, Zn, V і Ni.

Біологічні властивості ґрунтів також різко змінюються у відповідь на нафтове забруднення спостерігається зниження активності 15 більшості ґрунтових ферментів [31].

У науковій літературі представлені результати окремих експериментів, спрямованих на визначення залежності характеру і сили впливу нафтового забруднення на фізико-хімічні властивості і динаміку біохімічних процесів ґрунту від зазначених факторів. Критичним для агрофізичних параметрів ґрунту є концентрація нафтового забруднення вже на рівні 15 відсотків, що проявляється в заповненні порового простору, склеюванні ґрунтових агрегатів і, відповідно, зміні механічної структури і порушення водно-повітряного режиму ґрунту.

Як відомо, нафта і нафтопродукти, що надходять в навколишнє природне середовище, діють на водну фауну декількома способами:

- поверхнева плівка нафти затримує дифузію газів з атмосфери в воду і порушує газообмін пласта, створюючи дефіцит кисню;

- маслянисті речовини, що покривають поверхню зябер тонкою плівкою, порушують газообмін і призводять до задухи риби;

- водорозчинні сполуки дуже просто проникають в організм риби;

- при концентрації масла 0,1 мг / л м'ясо риби набуває незамінний «масляний» запах і смак;

- донні відкладення нафти підривають живильну базу резервуарів і поглинають кисень з води [25].

Вчений З.С. Єжелев довів вплив нафтових вуглеводнів на водно-фізичні властивості ґрунту, що проявлялося у зниженні швидкості фільтрації, зниженні питомої поверхні твердої фази, зниженні сорбційної ємності та капілярної вологоємності, звуженні діапазону продуктивної вологи [1].

2.3. Вплив нафтопродуктів на живі організми

Токсична дія нафти і нафтопродуктів на зоопланктон спостерігається при концентрації 0,001 мг/дм³. При концентрації нафтопродуктів на рівні 0,1 мг / дм³ зоопланктон гине.

Для водних організмів нафта і нафтопродукти є високотоксичними речовинами і відносяться до групи нервово-паралітичних отрут.

Нафтові вуглеводні в основному руйнівні на ранніх стадіях розвитку гідробіонтів і не призводять до швидкого і масового вимирання дорослих організмів. Для ікри, молоді риб і ракоподібних концентрація масла становить всього 0,1- 0,01 мг/дм³, при цьому ця концентрація не чинить токсичної дії на дорослі організми.

Наркотична дія викликається у гідробіонтів нафтою і нафтопродуктами, пов'язаними з розчинним компонентом, а необоротна токсична дія – з важкими фракціями, які викликають порушення газового і водного обміну, фільтраційних процесів, пошкоджують зовнішні оболонки, проникають в організм, викликаючи пошкодження хромосом.

Особливістю нафтових вуглеводнів є їх здатність вільно переходити з травного тракту в кровотік і впроваджуватися в жирову тканину, що створює небезпеку транспорту нафтових вуглеводнів в загальні трофічні зв'язки гідробіоценозу і проникнення цих речовин в організм людини.

Гранично допустима концентрація нафтопродуктів (у розчиненому та емульгованому стані) для води водойм господарського, питного та культурного призначення становить 0,3 мг/дм³, для рибпромислових водойм- 0,05 мг/дм³ [4].

За результатами біотестування зразків дафній нафтозабруднених дерново-підзолистих ґрунтів було встановлено, що дози внесення нафти 0,7 і 1,4 л/м² не чинили гострої токсичної дії на дафній навіть при свіжому тритижневому розливі. Достовірна загибель дафній в контролі склала 21 відсоток і 42 відсотки особин відповідно. Зразки ґрунту з дозою олії 4 л/м² до початку другого вегетаційного

періоду мали 8 гострих токсичних проявів – загибель дафній перевищувала 50 відсотків [17].

Збільшення кількості вуглеводнів в ґрунті призводить до зниження видового біорізноманіття і зменшення кількості організмів, які більш чутливі і менш стійкі до токсичного впливу вступників органічних сполук. Встановлено, що навіть мінімальна концентрація нафти в ґрунті сприяє гальмуванню процесів енергетичного і пластичного обміну нітрифікаторів.

Коливання чисельності цієї групи мікроорганізмів визначаються як тестові реакції в методах біоіндикації нафтового забруднення. У той же час спостерігається збільшення популяцій бактерій, що спеціалізуються на руйнуванні нафти, здійснюваному за допомогою синтезованих ендферментів. Аналіз результатів досліджень, показує, що зростання азотфіксаторів стимулюється при надходженні нафти і нафтопродуктів на ґрунт, що сприяє використанню таких штамів, як *Azotobacter chroococcum* та ін. для очищення забрудненого довкілля.

2.4. Вплив нафтових вуглеводнів на організм людини

Всі вуглеводні впливають на серцево-судинну систему і показники крові (зниження гемоглобіну і еритроцитів), а також на можливі ураження печінки, ендокринні порушення залоз. Особливості дії пари нафти і її продуктів пов'язані з її складом. Нафта, бідна ароматичними вуглеводнями, за своєю дією близька до бензинових фракцій. Рідке масло має величезний вплив на шкіру, викликаючи дерматит і екзему.

При попаданні парів бензину в дихальні шляхи або в результаті всмоктування в кров з шлунково-кишкового тракту відбувається часткове розчинення жирів і ліпідів організму. Бензин не тільки вражає центральну нервову систему, але і може викликати гострі і хронічні отруєння, іноді смертельні. Всі види бензину мають виражений вплив на серцево-судинну систему. Стимуляція рецепторів викликає збудження в корі головного мозку, яке залучає органи зору і слуху в процес придушення. При гострому отруєнні бензином цей стан нагадує алкогольну

інтоксикацію, яка виникає, коли концентрація парів бензину в повітрі становить 0,005-0,01 мг / м³ .

При концентрації 0,5 мг/м³ смерть настає майже миттєво. В результаті частих повторних отруєнь бензином розвиваються нервові розлади, хоча повторний вплив невеликих кількостей може призвести до звикання (зниження чутливості) [17,18].

2.5. Допустимий вміст нафти та нафтопродуктів у ґрунті

Однією з найважливіших складових своєчасного виявлення забруднення навколишнього середовища нафтопродуктами є безперервний моніторинг концентрації нафти на окремих ділянках навколишнього середовища, зокрема в ґрунті, на об'єктах системи нафтопродуктозабезпечення. Це створює основу для своєчасного реагування на перевищення ГДК вмісту нафти і нафтопродуктів в навколишньому середовищі і своєчасного і ефективного використання коштів для відновлення стану компонентів навколишнього середовища.

В Україні ГДК нафти і продуктів її переробки в ґрунті не визначається. Згідно санітарним нормам і правилам, вміст нафтопродуктів в ґрунті не нормується. В «методиці визначення шкоди, заподіяної забрудненням і засміченням земельних ресурсів в результаті порушення природоохоронного законодавства» є тільки посилення на приблизну допустиму концентрацію (ОДК) 0,2 г/кг [24].

У РД 41-5804046-200-91 «Охорона навколишнього середовища при будівництві розвідувальних і експлуатаційних свердловин на нафту і газ» [23] ОДК для ґрунту визначається як 4 г/кг, що широко використовується для аналізу забруднення ґрунту нафтопродуктами.

Цей показник дещо завищений, і орієнтація на нього не може гарантувати отримання об'єктивних оцінок, особливо враховуючи, що середній вміст нафтових вуглеводнів у ґрунті в європейських країнах коливається в межах 0,01-0,5 г/кг, а у великих містах України цілком звичні показники становлять 1-3 г/кг. На територіях, прилеглих до підприємств переробки, видобутку і зберігання нафтопродуктів, фон

досягає 6 г/кг [25]. Враховуючи той факт, що територія аеропортів постійно піддається впливу нафтопродуктів, ставиться завдання вивчення фітотоксичності ґрунтів, забруднених нафтопродуктами

2.6. Висновки до розділу

Отже, забруднення нафтопродуктами – це екологічна катастрофа. Нафта та нафтопродукти, потрапляючи у воду або ґрунт, порушує процеси життєдіяльності. Вона пригнічує мікробне самоочищення, міняє напрям метаболізму. Нафта настільки жорстока до природи, що на місці витікання нафтопродуктів у ґрунт, багато років поспіль не росте на цьому місці трава. Нафтопродукти в природних умовах розкладаються протягом багатьох років, завдаючи досить значної шкоди природі.

До основних джерел хімічного забруднення ґрунтів в аеропортах належать авіаційно-технічні бази, повітряні судна, наземний спецавтотранспорт, авіаремонтні майстерні, об'єкти управління повітряним рухом, склади паливно-мастильних матеріалів, а також авіаційно-хімічні роботи. Тому, важливим є постійний моніторинг за рівнем забруднення ґрунту хімічними речовинами. Зокрема, із використанням біотестування

РОЗДІЛ 3

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ БІОТЕСТУВАННЯ

3.1. Особливості застосування методу біотестування для оцінки токсичності об'єктів

Біотестування – це окремий випадок біоіндикації, коли в умовах вільно живих організмів в стандартизованих умовах досліджуються пошкодження або відхилення від норми, викликані впливом несприятливих факторів (токсичних речовин).

Тестові функції, що використовують індикатори біоаналізу для різних об'єктів такі:

- для інфузорій, ракоподібних, ембріональних стадій молюсків, риб, комах це є виживаність (смертність) тест-організмів;
- для ракоподібних, риб, молюсків це є фертильність, поява аномальних відхилень в ранньому ембріональному розвитку організму, ступінь синхронності дроблення яйцеклітин;
- для культур одноклітинних водоростей та інфузорій це є загибель клітин, зміна (збільшення або втрата) кількості клітин в культурі, коефіцієнт ділення клітин, середня швидкість росту, добове зростання культури;
- для рослин це є енергія проростання, довжина первинного кореня та ін.

Використання біоаналізу висуває ряд вимог, які повинні бути виконані для отримання достовірних результатів. До числа останніх відносяться наступні: відносна швидкість проведення досліджень, отримання досить точних і відтворюваних результатів, наявність об'єктів, що використовуються в біотестуванні у великій кількості і з однорідними властивостями, а також діапазон похибки в

порівнянні з іншими методами випробувань становить не більше 20 відсотків.

Для виявлення токсичності ґрунту і води широко застосовуються фітотести, при яких рослини здатні адекватно реагувати на екзогенні хімічні впливи за рахунок зниження схожості насіння, інтенсивності проростання коренів і пагонів, а отже, виступають індикаторами токсичності [27].

Фітотестування заснована на чутливості рослин до екзогенної дії хімічних речовин, що відбивається на їх ростових і морфологічних характеристиках. Основними вимогами до цього методу є: виразність, доступність і простота експериментів, надійність і достовірність отриманих результатів, економічна ефективність, об'єктивність. Особливої актуальності в екологічному контролі набувають лабораторні методи фітоестрогенії як найбільш швидкі і економічні. Є публікації, що вказують на найбільшу чутливість лабораторних методів дослідження порівняно з мікроділянковими і вегетативними [18].

3.2. Аналіз видів біотестів, що використовуються для забруднення ґрунту нафтопродуктами

Успішне застосування біотестування для діагностики стану екосистеми багато в чому залежить від правильного вибору випробуваного об'єкта. В якості біоіндикаторів можуть використовуватися тварини, рослини і мікроорганізми. Рівень організації досліджуваної біологічної системи може варіювати від доклітинного (макромолекула) до надорганізменного (спільнота). Більшість дослідників вважають, що використання одного біологічного параметра для цілей біоаналізу є ненадійним через різні механізми реакції організму на різні антропогенні забруднювачі.

У деяких випадках для оцінки токсичності ґрунту необхідно брати в якості тест-об'єктів мікроорганізми. Переваги мікробіологічних тестів обумовлені наступними причинами. Завдяки своїм невеликим розмірам мікробні клітини мають відносно велику поверхню контакту з навколишнім середовищем, що визначає їх високу чутливість до змін в ній. Високі темпи зростання і розмноження мікроорганізмів дозволяють відстежувати вплив будь-якого несприятливого фактора

протягом десятків і навіть сотень поколінь у відносно короткі терміни. Крім того, вони компактні і в більшості випадків не вимагають значних матеріальних витрат для підтримки терміну служби.

Перспективним напрямком досліджень є використання мікроорганізмів для оцінки інтегральної токсичності ґрунтів і створення на їх основі комплексної системи чутливих, надійних і економічних біотестів.

До недоліків мікробіологічних тестів можна віднести досить високу здатність мікроорганізмів формувати стійкі мутантні штами, що в ряді випадків може привести до недостовірних результатів.

Одним з найпростіших і інформативних способів оцінки мікробіотоксичності забруднених ґрунтів є облік кількості мікроорганізмів, яке, як правило, досить легко відображає мікробіологічну активність ґрунту, швидкість розкладання органічних речовин і кругообіг мінеральних елементів. Так, наприклад, в разі нафтового забруднення ґрунту за цим показником можна судити не тільки про ступінь забруднення, але і про потенціал ґрунту до відновлення. Але визначення загальної кількості бактерій в цьому випадку в якості показника токсичності може бути рекомендовано для сильно забруднених ґрунтів, так як в залежності від його концентрації нафта може як стимулювати, так і пригнічувати розвиток мікроорганізмів.

У природних екосистемах мікроартроподи, які є ґрунтовими безхребетними, широко використовуються для моніторингу на рівні комплексу видів. У районах з інтенсивним антропогенним навантаженням вони часто є єдиною групою, по якій можна судити про ступінь впливу на ґрунт. Ґрунтові ногохвости (коллемболі) дуже чутливі до впливу органічних речовин, тому їх можна з успіхом використовувати при визначенні інтегральної токсичності забруднених ґрунтів, зокрема, тестовим показником може бути відсоток вижили особин коллемболі, їх тривалість життя, поведінкові реакції.

Описані вище тести доступні і прості у виконанні, не вимагають складного лабораторного обладнання і можуть бути рекомендовані дослідникам різного рівня

підготовки. Їх перевагою є також і те, що роботи ведуться з об'єктами, характерними для ґрунтового ареалу проживання в природних умовах.

Набір тест-об'єктів з насіння рослин, мікроорганізмів, ґрунтових безхребетних і ферментів може бути використаний повністю або частково, в залежності від мети дослідження. Якщо зразки з ґрунтовими ногохвостками і активністю ферментів дають хорошу кількісну характеристику токсичності ґрунту при низькому і середньому ступені її забруднення, то мікробіологічні тести зручні для опису стану сильно забруднених високотоксичних ґрунтів.

3.3. Переваги рослинних біотестів

За допомогою рослин всі природні середовища можуть бути біоіндикувані. Індикаторні рослини використовуються для оцінки механічного і кислотного складу ґрунтів, їх родючості, вологості і засоленості, ступеня мінералізації ґрунтових вод і ступеня забруднення атмосферного повітря газоподібними сполуками, а також для виявлення трофічних властивостей водойм і ступеня їх забруднення поллютантами. Наприклад, на вміст свинцю в ґрунті вказують види вівсяниці, полівки, цинково-фіолетового відділу, ярутки, купруму і кобальту-смоловки, багато злаків і мохів.

Чутливі індикатори вказують на наявність забруднюючої речовини в повітрі або в ґрунті за ранніми морфологічними реакціями – це зміна забарвлення листя (поява хлорозу; жовтого, коричневого або бронзового кольору), різних форм некрозу, передчасного в'янення і листопаду. У багаторічних рослин забруднюючі речовини викликають зміни розмірів, форми і кількості органів, напрямку росту пагонів або зміни родючості. Такі реакції зазвичай неспецифічні.

Деякі природні фактори можуть викликати симптоми, схожі з антропогенними порушеннями. Наприклад, хлороз листя може бути викликаний нестачею заліза в ґрунті або ранніми заморозками. Тому при визначенні морфологічних змін у рослин необхідно враховувати можливість інших факторів, що ушкоджують.

Індикатори іншого типу являють собою заводські батареї. Вони накопичують забруднюючі речовини або шкідливі продукти обміну речовин, що утворюються під

впливом забруднюючих речовин в тканинах, без видимих змін. При перевищенні порога токсичності тієї чи іншої токсичної речовини для даного виду проявляються різні реакції, які виражаються в зміні швидкості росту і тривалості фенологічних фаз, біометричних показників і для остаточного розрахунку продуктивно знижуються.

Отримати точні дані про кількість динаміки і величиною стресових впливів на основі морфологічних змін не представляється можливим, але можна досить точно визначити величину стресових впливів.

Б. В. Виноградов класифікував індикаторні ознаки рослин як флористичні, фізіологічні, морфологічні та фітоценотичні. Флористичні характеристики – це відмінності в рослинному складі досліджуваних територій, які сформувалися в результаті певних флористичних характеристик- це відмінності в рослинному складі досліджуваних територій, які сформувалися в результаті певних умов навколишнього середовища. Значення індикатора – це або наявність, або відсутність виду. Фізіологічні особливості включають в себе особливості обміну речовин рослин, анатомо-морфологічні особливості – це особливості внутрішнього і зовнішнього будови, різні види анатомії розвитку і новоутворення, фітоценотичні особливості-особливості будови рослинного покриву, достаток і неухважність видів рослин, яруси, мозаїки, ступінь зімкненості.

Дуже часто з метою біоіндикації використовують різні аномалії росту і розвитку рослин, тобто відхилення від загальних закономірностей. Вчені систематизували їх у три основні групи, пов'язані:

- з гальмуванням чи стимулюванням нормального росту (карликовість і гігантизм);
- з деформацією стебеа, листя, коренів, плодів, суцвіть;
- з виникненням новоутворень (до цієї групи відносять аномалії росту, а також пухлини).

Гігантизм і карликовість багато вчених вважають каліцтвом. Наприклад, надлишок у ґрунті міді вдвічі зменшує розміри каліфорнійського маку, а надлишок свинцю призводить до карликовості смілки.

Для біоіндикації становлять інтерес наступні деформації рослин:

- фасціації – стрічкоподібні сплющення і зростання стебел, коренів і квітконосів;
- махровість квіток, в яких тичинки перетворюються на пелюстки;
- проліфікації – проростання квіток і суцвіть;
- асцидія – воронкоподібні, чашоподібні і трубчасті листя рослин з пластинчастими листям;
- редукція – зворотній розвиток органів рослин, виродження;
- ниткоподібність – нитчаста форма листкової пластини;
- фітоподії тичинок – перетворення в перетворення в пласке листове утворення.

Біомоніторинг може здійснюватись шляхом спостереження за окремими рослинами- індикаторами, популяцією певного виду та станом фітоценоза загалом. На рівні виду зазвичай виробляють специфічну індикацію якогось одного забруднювача, але на рівні популяції чи фітоценоза (загального стану природного стану довкілля).

Через генетичну неоднорідність рослин, їх різні види і сорти по-різному реагують на вплив забруднюючих речовин. Одні види можуть певним чином реагувати на вплив лише однієї забруднюючої речовини, інші – на вплив двох, або більше речовин, деякі не реагують взагалі, або реакція їх дуже слабка чи не однозначна [17]. Тому, при виборі того чи іншого виду рослин, для використання його в якості об'єкта біомоніторингу необхідно враховувати певні вимоги – наявність чітко вираженої реакції на вплив забруднюючої речовини, а саме помітних ознак ушкодження, змін швидкості росту, морфологічних змін, порушень цвітіння, змін продуктивності або врожайності. Доцільним є відбір рослин, невибагливих до умов вирощування і догляду та тих, які мало піддаються впливу шкідників та хвороб [15]. Спеціальні біотести для визначення забруднення навколишнього середовища політантами зводяться до оцінки ступеня зміни морфологічних показників тест-рослини.

Відомі різні підходи і масштаби експериментального фітотестування. В основному фітотести можна об'єднати в три групи методів: лабораторні, вегетаційні і мікроділянкові. Особливої актуальності в екологічному контролі набувають лабораторні методи фітотестування, як найбільш експресні та економічні. Існують публікації, які вказують на їх вищу чутливість в порівнянні з мікроділянковими і вегетаційними [7], і це зрозуміло, адже лабораторні методи дозволяють проводити дослідження в контрольованих умовах, що забезпечує їх високу надійність.

Біотестування та біоіндикацію нафтозабруднених ґрунтів у агроєкосистемах проводять на основі реакцій сільськогосподарських рослин із різною чутливістю до даного фактора [18].

Існує чимало методичних рекомендацій з використання того чи іншого виду рослин. Деякі дослідники для екологічної оцінки забруднених ґрунтів, в тому числі нафтою, використовують насіння пшениці. Інші в лабораторних фітотестах, пропонують застосовувати для цих цілей насіння вівса, оскільки воно, на думку розробників, давало найбільш стабільні та відтворювані результати в порівнянні з насінням інших культур.

У багатьох роботах вітчизняних і зарубіжних авторів показана ефективність застосування насіння. Це один з найбільш часто використовуваних тест-об'єктів, що застосовується для біотестування вод, донних відкладень, ґрунтів, природних і техногенних субстратів, радіаційного впливу, впливу синтезованих хімічних речовин і їх сумішей. Дана тест-культура інформативна при забрудненні середовища політантами різних типів (важкими металами, вуглеводнями, радіоактивними речовинами та ін.) і при комплексному забрудненні.

Повідомляється про метод визначення сумарної токсичності ґрунту з використанням насіння редису посівного, що пов'язано з високою чутливістю насіння до токсичних речовин [17]. З допомогою редису також оцінюється фітотоксичність нафтозабруднених ґрунтів.

Сорго та квасоля використовуються для визначення токсичності реактивного палива та гербіцидів. Ріст кореня проса служить для визначення токсичності фенолів та хлорфенолів. Показана ефективність застосування насіння цибулі

ріпчастої як ефективної тест-культури для дослідження токсичного впливу широкого спектру хімічних речовин, в тому числі і нафтового забруднення [21,24].

С. А. Ілларіонов і ін., вивчаючи фітотоксичність нафтозабруднених ґрунтів, як тест-об'єкт використовували конюшину. Показниками фітотоксичності були зниження схожості і виживання насіння, а також вага сухої біомаси вирощених рослин.

Згідно з міжнародним стандартом ISO 11269-1 для біотестування рекомендується використовувати ячмінь звичайний (*Hordeum vulgare*). Одночасно вказується, що можна застосовувати насіння й інших рослин. Міжнародний стандарт ISO 11269-2 регламентує вибирати мінімум два види рослин, при цьому один повинен бути однодольним, а інший дводольним.

Варто відзначити, що насіння різних видів вибірково реагують на певні види полютантів. У публікаціях іноземних дослідників цей ефект продемонстрований відносно чутливості насіння салату, сорго та гірчиці на ґрунтах, забруднених комплексом важких металів і нафтопродуктів. При дослідженні фітотоксичності річкових відкладень, забруднених переважно важкими металами і пестицидами, спостерігалася тенденція більшої чутливості дводольних рослин ніж однодольних [2]. Разом з тим публікації інших авторів показують, що на нафтозабруднених ґрунтах більшою чутливістю володіє сорго цукрове однодольна рослина.

У інших дослідженнях фітотестування забруднень (відходів фосфогіпсу, біоґрунту, наноматеріалів), проведених на насінні гірчиці білої, була показана доцільність застосування цієї культури, так як вона продемонструвала добру схожість і відтворюваність результатів у дослідах [2,4].

Досліджено фітотоксичність нафтозабруднених бурого та сірого лісових ґрунтів з використанням трьох рослин: крес-салат, гірчиця звичайна, жито [9]. Кореляційна залежність між дозою забруднення ґрунтів нафтою і зміною тест-реакцій встановлена для гірчиці звичайної, що дозволило авторам рекомендувати гірчицю звичайну у якості тест-культури для діагностики стану нафтозабруднених ґрунтів.

Встановлено відмінність реакцій насіння сільськогосподарських рослин на дію

нафтопродуктів. За зменшенням чутливості до нафтопродуктів, вивчені рослини розміщуються в наступному порядку: ячмінь, редис, салат.

3.4. Висновки до розділу

Біотестуванням називається окремий випадок біоіндикації, коли у вільно живучих організмів, що знаходяться у стандартизованих умовах, досліджуються ушкодження або відхилення від норми, викликані впливом несприятливих факторів (токсичних речовин).

Використання біотестування висуває ряд вимог, дотримання яких необхідне для отримання достовірних результатів. Серед останніх можна назвати наступні: відносна швидкість проведення досліджень, отримання достатньо точних і відтворюваних результатів, присутність об'єктів, застосовуваних у біотестуванні у великій кількості і з однорідними властивостями, а також діапазон погрішності у порівнянні з іншими методами тестування не більше 20 відсотків.

РОЗДІЛ 4

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ БІОТЕСТУВАННЯ ПЕРЕВИЩЕННЯ РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТУ НАФТОПРОДУКТАМИ

4.1. Опис процесу дослідження та результати спостережень

Наступним етапом роботи було дослідження штучно забруднених проб ґрунту, з метою встановлення фітотоксичності ґрунту по відношенню до нафтопродуктів.

Сьогодні способи біологічної оцінки стану природних компонентів навколишнього середовища набувають усе більшого значення за рахунок того, що вони є найбільш екологічно безпечними й ефективними. Реакція живих організмів дає можливість оцінити антропогенний вплив на середовище існування за показниками, які мають біологічну основу. Фактори, що впливають на довкілля, інколи досить сильно модифікуються факторами живої та неживої природи, і в результаті цього їх остаточний вплив не завжди легко з'ясувати.

Біологічні методи дають чітку інтегральну картину, навіть тих видів забруднюючих компонентів, які можуть залишитися поза увагою сучасних вимірювальних приладів. Деякі науковці віддають перевагу біологічному методу контролю стану довкілля над фізико-хімічними та хімічними. Визначення якісних характеристик компонентів навколишнього середовища методами фізико-хімічного

аналізу являє собою одну з основних проблем екологічного моніторингу [32-33]. Тому, ми обрали для дослідження саме метод біотестування.

Дослідження фітотоксичності ґрунту, штучно забрудненого поллютантами, проводили на фітотесті на тридобових проростках скоростиглого льону, який характеризується високою схожістю.

Матеріали та методи: проби ґрунту, насіння рослин, термостат, перліт, лотки, розмежувач лотків.

Для проведення експерименту, спочатку було підготовлено 13 ростилень об'ємом дорівнює 400 дм^3 , які були пронумеровані та заповнені ґрунтом (рис. 4.1).

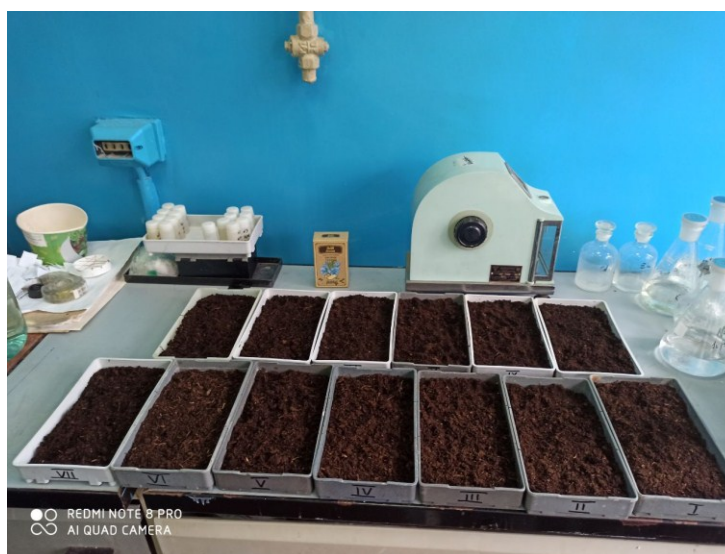


Рис. 4.1. Проби ґрунту, обрані для дослідження

Різні проби ґрунту були штучно забруднені шляхом додавання різних кількостей різних марок нафтопродуктів у крайностях до встановленої ОДК (рис. 4.2-4.3). А саме:

- I – контрольна проба без забруднення нафтопродуктами;
- II – 1 ОДК (0,2 г/кг автомобільного бензину марки А-95);
- III – 10 ОДК (2 г/кг автомобільного бензину марки А-95);
- IV – 100 ОДК (20 г/кг автомобільного бензину марки А-95);
- V – 1000 ОДК (200 г/кг автомобільного бензину марки А-95);
- VI – 1 ОДК (0,2 г/кг авіаційного керосину марки ТС-1);
- VII – 10 ОДК (2 г/кг авіаційного керосину марки ТС-1);

- VIII – 100 ОДК (20 г/кг авіаційного керосину марки ТС-1);
IX – 1000 ОДК (200 г/кг авіаційного керосину марки ТС-1);
X – 1 ОДК (0,2 г/кг дизельного палива марки ДП);
XI – 10 ОДК (2 г/кг дизельного палива марки ДП);
XII – 100 ОДК (20 г/кг дизельного палива марки ДП);
XIII – 1000 ОДК (200 г/кг дизельного палива марки ДП).



a)



б)



в)

Рис. 4.2. Проба палива, що використовувались для штучного забруднення проб ґрунту: *а* – автомобільного бензину марки А-95; *б* – авіаційний керосин марки ТС-1;
б – дизельне паливо

Далі ґрунт було зволожено додаванням 100 мл дистильованої води до кожного лотка для пророщування. На поверхні ґрунту було викладено приблизно по 290 насінин льону в кожному лотку для пророщування (рис. 4.4). Після чого проби були розміщені в постійноосвітлювальний термостат з температурою 23 °С. Через 3 доби інкубації в термостаті визначали схожість насіння у відсотках, враховуючи число пророслих насінин льону, було зроблено фото зразків після пророщування.

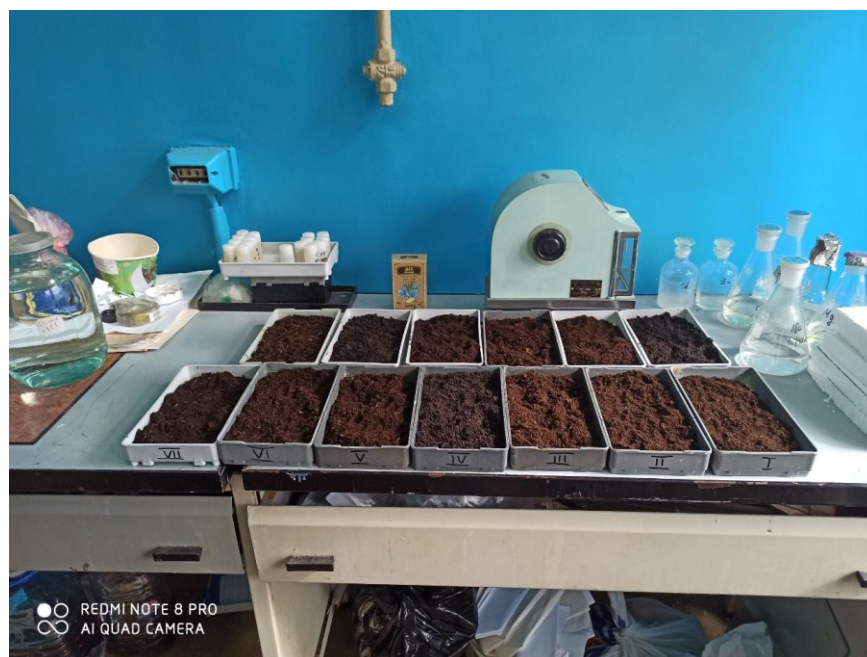


Рис. 4.3. Проби ґрунту, штучно забруднені паливом



Рис 4.4. Висаджування насіння льону для пророщування

Далі було відібрано по 72 рослини з кожного лотка та визначено їх ростові характеристики, а саме здійснено вимірювання в міліметрах середньої довжини стебла і середньої довжини кореня у проростків льону [6,18]. Проби штучно забрудненого нафтопродуктами ґрунту після пророщування насіння відображені на рис. 4.5-4.17.



Рис 4.5. I – контрольна проба без забруднення нафтопродуктами

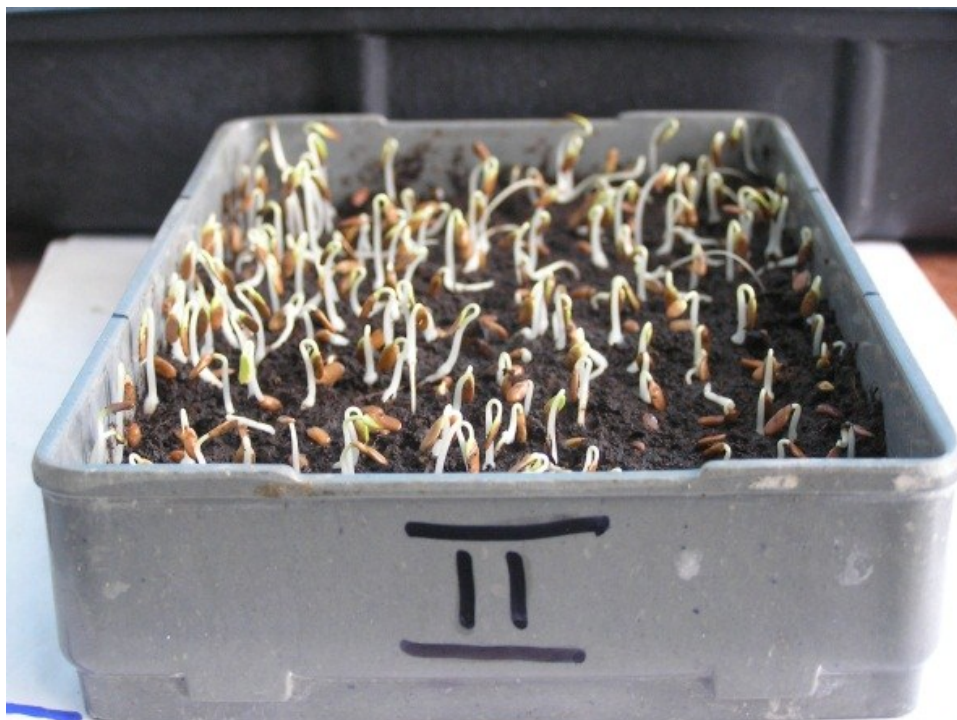


Рис 4.6. II – 1 ОДК (0,2 г/кг автомобільного бензину марки А-95)



Рис 4.7. III – 10 ОДК (2 г/кг автомобільного бензину марки А-95)



Рис 4.8. IV – 100 ОДК (20 г/кг автомобільного бензину марки А-95)



Рис 4.9. V – 1000 ОДК (200 г/кг автомобільного бензину марки А-95)

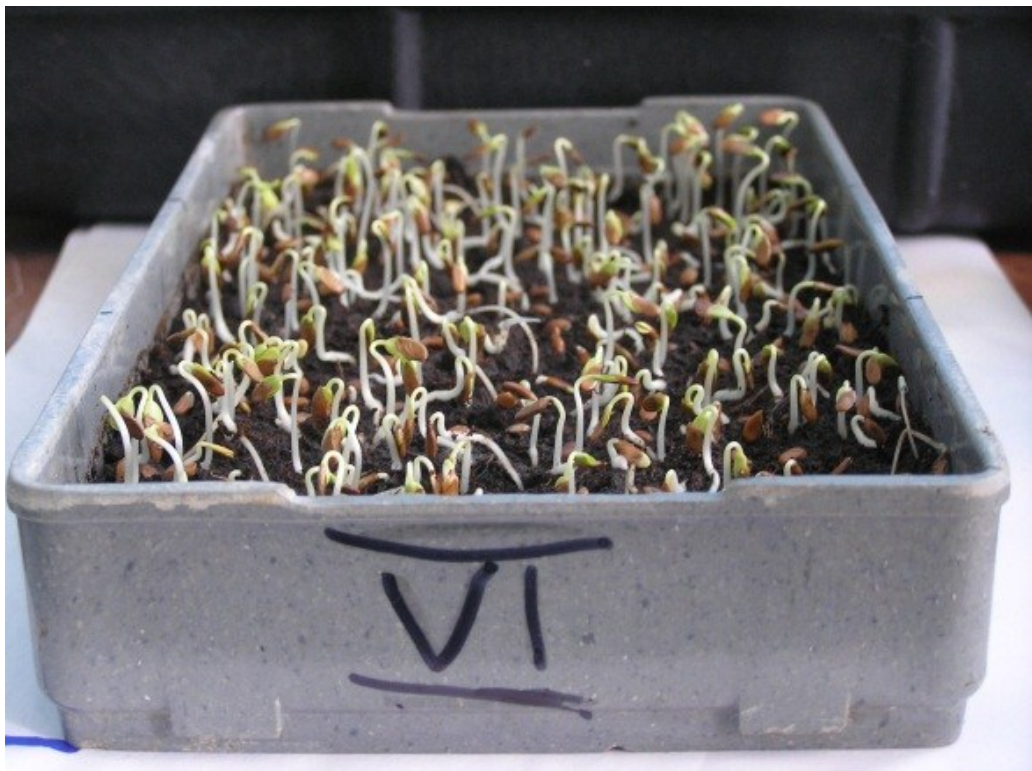


Рис 4.10. VI – 1 ОДК (0,2 г/кг авіаційного керосину марки ТС-1)



Рис 4.11. VII – 10 ОДК (2 г/кг авіаційного керосину марки ТС-1)



Рис 4.12. VIII – 100 ОДК (20 г/кг авіаційного керосину марки ТС-1)



Рис 4.13. IX – 1000 ОДК (200 г/кг авіаційного керосину марки ТС-1)



Рис 4.14. X – 1 ОДК (0,2 г/кг дизельного топлива марки ДП)



Рис 4.15. XI – 10 ОДК (2 г/кг дизельного топлива марки ДП)



Рис 4.16. XII – 100 ОДК (20 г/кг дизельного топлива марки ДП)

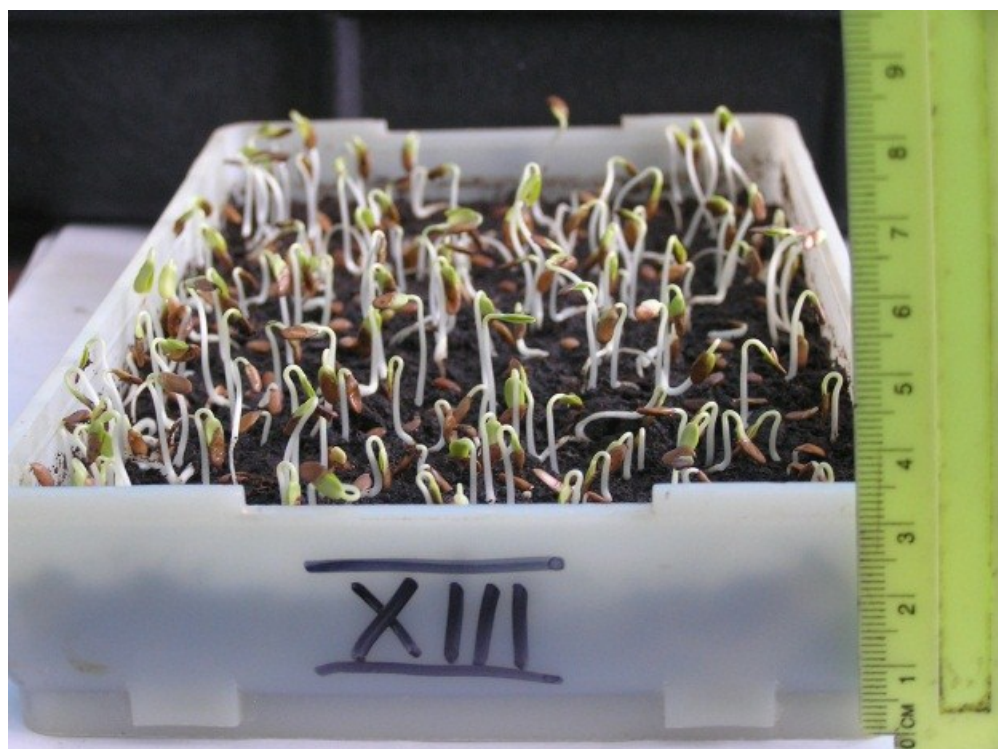


Рис. 4.17. XIII – 1000 ОДК (200 г/кг дизельного топлива марки ДП)

Результати досліджень відображені графічно на рис. 4.18 та 4.19.

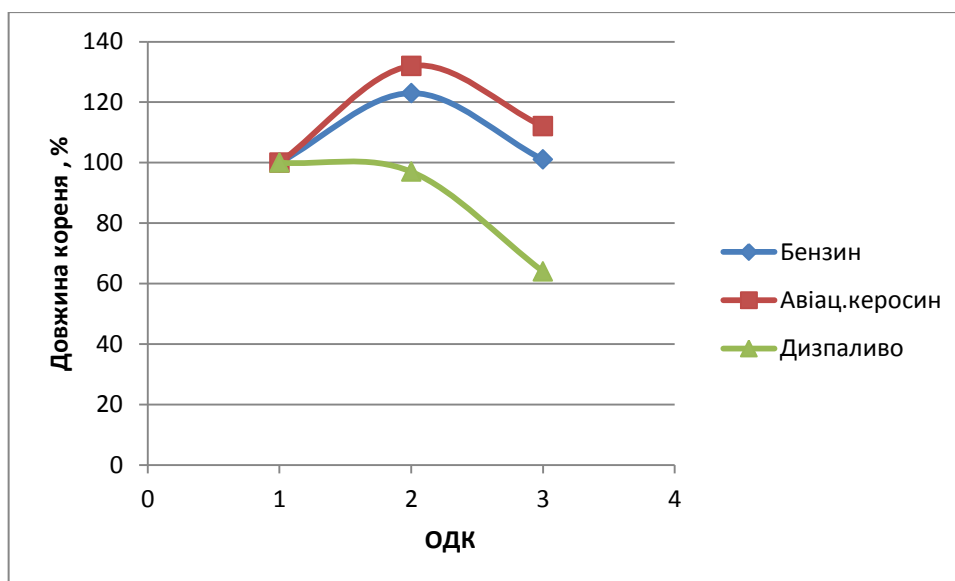


Рис. 4.18. Залежність довжини кореня тридобових проростків від рівня забруднення нафтопродуктами

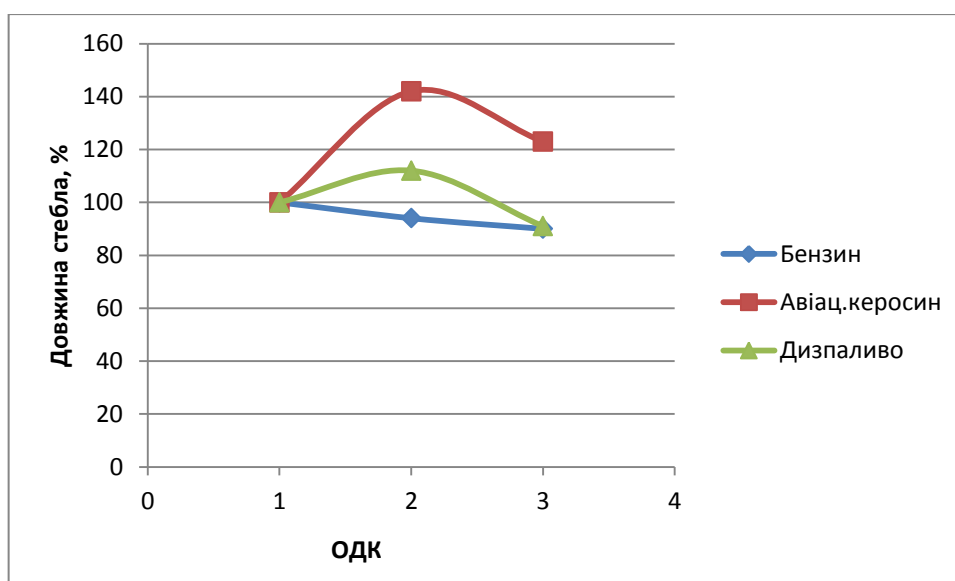


Рис. 4.19. Залежність довжини стебла тридобових проростків від рівня забруднення нафтопродуктами

У результаті аналізу отриманих результатів можемо зробити висновок про те, що схожим майже для всіх рослин є те, що кращими ростовими характеристиками володіє саме стебло, а потім корінь рослини. Отже, на довжину стебла найбільший негативний вплив має дизельне паливо, а на корінь в менших концентраціях – бензин та дизельне паливо. А при значних концентраціях ОДК їх вплив практично зрівнюється. Отже, можемо зробити висновок про те, що фітотоксичність ґрунту, забрудненого різними видами нафтопродуктів, залежить від фракційного складу палива та леткості його компонентів. Тому, важливим є розроблення ОДК та ГДК саме для різних видів нафтопродуктів, з урахуванням їх компонентного стану. А використання ОДК, розробленого для нафти, ускладнює оцінку реального рівня небезпеки для навколишнього середовища у результаті забруднення його нафтопродуктами різних марок.

4.2. Висновки до розділу

У результаті аналізу результатів експериментальних досліджень можемо зробити висновок про те, що схожим майже для всіх рослин є те, що кращими ростовими характеристиками володіє саме стебло, а потім корінь рослини. Отже, на довжину стебла найбільший негативний вплив має дизельне паливо, а на корінь в менших концентраціях – бензин та дизельне паливо. А при значних концентраціях ОДК їх вплив практично зрівнюється. Отже, можемо зробити висновок про те, що фітотоксичність ґрунту, забрудненого нафтопродуктами, залежить від фракційного складу палива та леткості його компонентів. А біотестування є ефективним способом визначення рівня забруднення ґрунтів нафтопродуктами на території авіапідприємств.

ВИСНОВКИ

В останні десятиліття люди усвідомили, що поряд із проблемами соціально-економічного характеру найбільш актуальними є питання забезпечення екологічної безпеки. Одним з найважливіших є питання охорони навколишнього середовища від негативного впливу авіації.

До основних дестабілізуючих факторів авіаційної інфраструктури, які впливають на навколишнє середовище, належать:

- забруднення повітря авіадвигунами та допоміжним транспортом;
- вплив шуму;
- ерозія ґрунту територій, які знаходяться біля аеропортів;
- забруднення водного середовища;
- утворення великої кількості відходів;
- забруднення місцевості електромагнітним випромінюванням.

У результаті аналізу сучасного стану проблеми впливу діяльності аеропортів на навколишнє середовище встановлено, що до основних хімічних забруднюючих речовин, що потрапляють до довкілля (ґрунтів та поверхневих і підземних вод) є важкі метали та нафтопродукти.

Забруднення ґрунту авіапідприємствами в районі аеропортів має локальний та глобальний характер і пов'язано це, як із розливом рідини, так і з викидами сажі та газоподібних отруйних речовин, які осідають на поверхні ґрунту. Крім цього, проблему складають тверді відходи (побутові, виробничі та будівельні). Ерозія та забруднення ґрунту територій біля аеропорту відбувається внаслідок затоплення їх стічними водами зі штучних покриттів та водонепроникних ґрунтів. У деяких аеропортах через недбайливе зберігання та витрати паливно-мастильних матеріалів концентрація нафтопродуктів в цих водах досягає 12 мл/л при нормі 0,05 мл/л, тобто перевищує в 240 разів. На таких землях гинуть рослини, а навколо гине до 30 відсотків врожаю, зібраного навіть з менш забруднених ділянок.

Ще більш небезпечна підземна втрата пального. Вона приводить до забруднення ґрунтових вод та дефіциту питної води на прилеглий території. Крім цього, коли з системи трубопроводів викачувати пальне, то в місці, де порушена герметичність, просмоктується вода. Внаслідок цього з'являється некондиційне паливо, а заправка ним літаків має передумови до льотних випадків.

До основних джерел хімічного забруднення ґрунтів в аеропортах належать авіаційно-технічні бази, повітряні судна, наземний спецавтотранспорт, авіаремонтні майстерні, об'єкти управління повітряним рухом, склади паливно-мастильних матеріалів, а також авіаційно-хімічні роботи. Тому, важливим є постійний моніторинг за рівнем забруднення ґрунту хімічними речовинами. Зокрема, із використанням біотестування. Рослинні тести на сьогодні активно застосовують для біотестування забруднення довкілля. Встановлено, що пріоритетним є пошук тест-систем, які надаватимуть змогу оцінювати комбінований вплив забруднювачів довкілля, зокрема нафтопродуктів, на організм людини та біоту. Оцінка стану ґрунту на території аеропорту за допомогою рослинних тестсистем дозволяє швидко та ефективно встановити небезпечне забруднення ґрунтів на території аеропорту.

У результаті експериментального дослідження біотестуванням перевищення рівня забруднення ґрунту різними марками палив встановлено, що схожим майже для всіх рослин є те, що кращими ростовими характеристиками володіє саме стебло, а потім корінь рослини. Отже, на довжину стебла найбільший негативний вплив має дизельне паливо, а на корінь в менших концентраціях – бензин та дизельне паливо. А при значних концентраціях ОДК їх вплив практично зрівнюється.

Отже, можемо зробити висновок про те, що фітотоксичність ґрунту, забрудненого різними видами нафтопродуктів, залежить від фракційного складу палива та леткості його компонентів. Тому, важливим є розроблення ОДК та ГДК саме для різних видів нафтопродуктів, з урахуванням їх компонентного стану. А використання ОДК, розробленого для нафти, ускладнює оцінку реального рівня небезпеки для навколишнього середовища у результаті забруднення його нафтопродуктами різних марок.

СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. А. Н. Голіцин. Промислова екологія та моніторинг забруднення природного середовища. М.: Онікс, 2010. 336 с.
2. А. С. Бернацький. 100 великих таємниць екології. М.: Віче, 2017. 416 с.
3. Апостолюк С. О., Джигирей В. С. Промислова екологія: навч. посіб./ ред. С. О. Апостолюк// 2-ге вид., випр., і допов. К.: Знання, 2012. 430 с.
4. Бахіт Минбаева. Біологія та екологія урбанізованих забруднених ґрунтів. М.: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. 308 с.
5. В. В. Тетельмін, В.А. Язєв. Захист навколишнього середовища в нафтогазовому комплексі. М.: Інтелект, 2009. 352 с.
6. В. І. Архангельський, В. Ф. Кирилов. Гігієна та екологія людини. М.: ГЕОТАР-медіа, 2012. 176 с.
7. Войцицький А.П. Техноекологія: Підручник/ за ред.. Войцицький А.П. К.: Аграрна освіта, 2009. 208с.
8. Г. В.Добровольський, Е. Д. Нікітін. Екологія ґрунтів. М.: Видавництво МДУ, 2012. 416 с.
9. Г. І. Уваров. Екологічні функції ґрунтів. Навчальний посібник. СПб.: Лань, 2017. 296 с.
10. Голубєв І. Р., Новіков Ю. В. Навколишнє середовище і транспорт: Підручник/ за ред. Голубєв І. Р. К.: Транспорт, 1987. 129с.
11. ГОСТ 17228-87 «Самолеты пассажирские и транспортные. Допустимые уровни шума, создаваемого на местности»// Законодавча база /ДНАОП.
12. ГОСТ 22283-88 «Шум авіаційний. Допустимі рівні»//Законодавча база / ДНАОП.
13. ГОСТ 2283-88 «Шум авіаційний. Допустимі рівні шуму на території житлової настройки та методи його вимірювання»// Законодавча база / ДНАОП.

14. Яковлєва, Габов. Поліциклічні ароматичні вуглеводні в системі ґрунт-рослина. М.: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011. 224 с.
15. Іметхенов А.Б., Куликов А. І., Атутов А. А. Екологія, охорона природи і природокористування: Навч. для вузів – Улан-Уде: Вид-во ВСДТУ, 2001. С. 6-26.
17. М. Г. Опікунова. Біоіндикація забруднень. М.: Видавництво СПбДУ, 2016. 308 с.
18. М. Г. Опікунова. Біоіндикація забруднень. СпБ.: Видавництво Санкт-Петербурзького університету, 2004. 266 с.
19. Мамонтов В.Г., Гладков А. А. Практикум з хімії ґрунтів. Навчальний посібник. М.: Форум, 2015. 272 с.
20. Положення про Міністерство інфраструктури України: Указ Президента України від 12 травня 2011 року № 581/2011// База даних «Законодавство України» // ВР України.
21. Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення Закон України від 24.02.1994 № 4004-XII// База даних «Законодавство України» / ВР України.
22. Про об'єкти підвищеної небезпеки : Закон України від 18 січня 2001 року// База даних «Законодавство України» / ВР України.
23. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 25.06.1991 № 1264-XII// База даних «Законодавство України» / ВР України.
24. Про пестициди та агрохімікати: Закон України від від 02.03.1995 №86/95-ВР // База даних «Законодавство України» / ВР України.
25. Рашида Мухамедівна. Хімія нафти і нафтопродуктів. М.: Palmarium Academic Publishing, 2012. 112 с.
26. Сергій Гашев, Марія Казанцева, Андрій Соромотін. Вплив нафти на наземні екосистеми: від деградації до відновлення. М.: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. 68 С.
27. Т. П. Трушина. Екологічні основи природокористування. Ростов-на-Дону: Фенікс, 2010. 416 с.

28. Кіреєва Н. А. Активність карбогідраз в нафтозабруднених ґрунтах / Н. А. Кіреєва, Н. І. Новосьолова, Ф. Х. Хазиев // Ґрунтознавство. - 1998. № 12. - С. 1444-1448.
29. Новосьолова Є. І. Екологічні аспекти трансформації ферментативного пулу ґрунту при нафтовому забрудненні і рекультивації: атореф. дис. ... док. біол. наук / Новосьолова Євдокія Іванівна. - Воронеж: ВДУ, 2008. - 42с.
30. Ісмаїлов Н. М. Вплив нафтового забруднення на кругообіг азоту в ґрунті / Н. М. Ісмаїлов // Мікробіологія. - 1983. - № 6. - С. 1003- 1007.
31. Сулейманов Р. Р. Зміна буферности ґрунтів при забрудненні нафтопромислові водами і сировою нафтою / Р. Р. Сулейманов, Ф. І. Назирова // Вісник ОДУ. 2007. - №4. - С. 133-139
32. Г.М. Франчук, Л.С. Кіпніс, С.М. Маджд, Я.В. Загоруй. Екологічна оцінка стану довкілля в зоні аеропорту методами біотестування // Вісн. НАУ. – 2006. – № 2. – С. 114–117.
33. Франчук Г.М., Кіпніс Л.С., Маджд С.М. Перспективи розробки методів біотестування для контролю впливу на довкілля авіатранспортних процесів // Авіа: Матеріали V Міжнар. наук.-техн. конф. – К.: НАУ, 2003. – Т. 2. – С. 29–34.